

Наблюдение глубинных разломных структур Земной коры, ассоциирующихся с месторождениями УВ, с помощью метода пассивной сейсморазведки- микросейсмического зондирования

А.В. Горбатиков

Институт физики Земли РАН, г.Москва, ул.Большая Грузинская, 10, avgor70@mail.ru

Исследования глубинной структуры грязевых вулканов Таманской провинции к настоящему времени проведены вдоль профилей, пересекающих в своей центральной части вулканические постройки. По результатам исследований под вулканом Гора Карabetова выделена относительно узкая, вертикальная низкоскоростная зона, ассоциируемая с насыщенным флюидами подводящим каналом. Область питания для подводящего канала по данным эксперимента видна на глубине 4,5 – 9 км. Ниже контрасты сейсмических скоростей S-волн проявляются не так ярко, однако аномалия, ассоциируемая с областью питания, возможно, продолжается до глубины более 15 км. Образование Карabetовской антиклинальной структуры связывается не столько с региональным сжатием, сколько с реакцией перекрывающих осадков на давление разуплотненных подвижных масс проникающих по разрывам. На глубине примерно 800–1500м выделяется низкоскоростная зона изометричной формы, которая определяет положение приповерхностного грязевулканического резервуара.

Анализ полученных результатов зоны вулкана Шуго проведен с учетом доступных геологических данных. К юго-западу от вулкана Шуго, поверхностные толщи образуют диапировую Гладковскую складку, с крутым северо-восточным крылом. Ядро складки прорвано Гладковским разломом, который прослеживается согласно существующей интерпретации данных ГСЗ на глубину порядка 35 км. Однако, результаты микросейсмического зондирования указывают на то, что Гладковский разлом не прослеживается на глубину 35 км, а начинает выполаживаться с глубины 3500-4000 м и достигает практически нулевого угла падения на глубине 8000-9000 м, подходя на северо-востоке от вулкана Шуго к Ахтырскому разлому. Грязевой вулкан Шуго приурочен к синклиналильному понижению, расположенному непосредственно северо-восточнее Гладковской антиклинали. Ядро синклинали разорвано разломом, который является его подводящим каналом. Разлом, падая круто с поверхности параллельно Гладковскому, выполаживается на глубине приблизительно 6 км, приобретая горизонтальное простирание, также сопрягается с Ахтырским разломом. Обращает на себя внимание близповерхностный флюидный резервуар, структурно приуроченный к синклиналильной складке и повторяющий общие черты этой структуры. Последнее обстоятельство, видимо, обуславливает поступление флюидов к вулкану Шуго в соответствии с механизмом артезианского источника. Довольно ярко выделяются источники флюидов в диапазоне глубин 3500-5000м.

Сравнение результатов исследований на объектах показывает, что в каждом случае выделяется в том или ином виде низкоскоростная структура, ассоциируемая с флюидопроводящим каналом. Причем характерные формы структур, по всей видимости, определяются геологией и тектоническими позициями объектов.

В разрезах через месторождение Адагум и месторождения Хадыженска наблюдаются структуры, схожие со строением вулкана Шуго, что указывает на идентичность тектонического поля на площадках исследования. Различие состоит в том, что в местах известных разрабатываемых месторождений каналы не выходят непосредственно на поверхность, а в силу локальных тектонических условий являются замкнутыми на соответствующих глубинах, образуя естественные ловушки.

Можно усмотреть закономерность, состоящую в том, что при одном и том же глубинном канале миграции и идентичных тектонических условиях месторождения УВ сформировались в местах, где произошло замыкание близповерхностных каналов. Там, где замыкания не произошло, УВ имеют свободный выход на поверхность в виде грязевого вулкана. В свою очередь, все изучаемые объекты имеют каналы прямых контактов с Ахтырским разломом, который по данным разведки прослеживается вглубь до 30 км и более.

Глубинные исследования на всех объектах производились на базе метода микросейсмического зондирования. Разрезы и трехмерные изображения отражают расположение и форму геологических неоднородностей во вмещающей среде по параметру контрастов сейсмических скоростей. Метод основан на том, что неоднородности земной коры определенным образом искажают спектр низкочастотного микросейсмического поля (формируемого преимущественно волнами поверхностного типа), а именно, на поверхности Земли над высокоскоростными неоднородностями спектральные амплитуды определенной частоты f уменьшаются, а над низкоскоростными неоднородностями возрастают.

Существует критическая частота f волны Рэлея, для которой искажения от неоднородности, залегающей на глубине H максимальны по сравнению с аналогичными неоднородностями на других глубинах. Эта частота f связана с глубиной H и соответствующей скоростью фундаментальной моды волны Рэлея $V_R(f)$ через соотношение: $H \approx 0.4 \cdot V_R(f)/f$. Это подтверждено исследованиями геологических объектов различного масштаба и генезиса и модельными расчетами. Данное соотношение используется для обратной процедуры оценки глубины залегания неизвестной неоднородности, формирующей амплитудные искажения (которые мы можем наблюдать) на частоте f .

Согласно численным экспериментам, разрешающая способность метода при восстановлении изображения по горизонтали оценивается как $(0.25-0.3)\lambda$, где λ – эффективная зондирующая длина волны. Оценка разрешения по вертикали составляет величину $(0.3-0.5)\lambda$, где λ – эффективная длина волны для средней глубины между неоднородностями. Также показано, что обнаружить присутствие изолированной малой неоднородности возможно, даже если ее размеры меньше длины волны в 10 и более раз.

Методика проведения полевых измерений проста, и сводится к накоплению спектра мощности микросейсмического сигнала в течение некоторого времени последовательно от точки к точке вдоль профиля одним или несколькими переносными датчиками. Одновременно регистрируется микросейсмический сигнал на опорной точке в пределах исследуемого полигона. Последующая коррекция на нее выполняется для устранения эффекта нестационарности зондирующего микросейсмического сигнала. В зависимости от поставленной задачи возможно проведение как профильной, так и площадной съемки.